

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2002058279 A

(43) Date of publication of application: 22.02.02

(51) Int. Cl.

H02P 6/08
H02P 6/18

(21) Application number: 2000237978

(22) Date of filing: 07.08.00

(71) Applicant: SANYO ELECTRIC CO
LTDKUMAGAYA SEIMITSU KK

(72) Inventor: KAWASHIMA KOTOJI

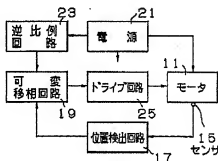
(54) DRIVE CONTROL CIRCUIT OF BRUSHLESS
MOTOR

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a stabilized rotational torque regardless of variation of power supply voltage.

SOLUTION: A sensor 15 and a position detecting circuit 17 detect positions where counter-electromotive forces induced in the drive coils of phase U, phase V and phase W forming a brushless motor 11 have the same level. When a power supply voltage being fed from a power supply 21 to the drive coil of each phase is varied with respect to a reference voltage, an inverse proportion circuit 23 outputs a phase shift signal proportional inversely to that variation. A variable phase shift circuit 19 outputs a control signal for switching the drive current to the drive coil of each phase by leading or delaying the phase with respect to a position where the counter-electromotive forces have the same level based on that phase shift signal. A drive circuit 25 conducts the drive current to the drive coil while switching by that switching control signal.



(51) Int.Cl.⁷

識別番号

F I

データベース* (参考)

H 0 2 P 6/08

H 0 2 P 6/02

3 5 1 H

5 H 5 6 0

6/18

3 7 1 S

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-237978(P2000-237978)

(22) 出願日 平成12年8月7日 (2000.8.7)

(71) 出願人 00001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(71) 出願人 000164656

熊谷精密株式会社

埼玉県熊谷市万平町2丁目122番地

(72) 発明者 川島 琴司

埼玉県熊谷市万平町2丁目122番地 熊谷

精密株式会社内

(74) 代理人 100085578

弁理士 斎藤 美晴

Fターム(参考) 5H560 BB04 BB07 BB12 DA01 DC13

JJ08 RR10 SS02 SS07 UA02

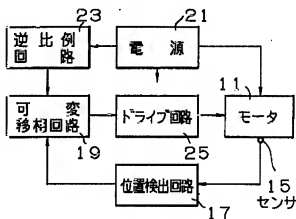
XA15

(54) 【発明の名称】 ブラシレスモータの駆動制御回路

(57) 【要約】

【課題】 電源電圧が変動しても安定した回転トルクが得られるようにする。

【解決手段】 ブラシレスモータ11を形成するU相、V相およびW相の駆動コイルに誘起する逆起電力レベルの等しい位置をセンサ15と位置検出回路17で検出する。逆比例回路23は、電源21から各相の駆動コイルへ供給する電源電圧が基準電圧に対して変化したときその変化に逆比例した移相信号を出力する。可変移相回路19は、その移相信号に基づきその逆起電力レベルの等しい位置に対して進相又は遅相させて各相の駆動コイルへの駆動電流を切換える切換え制御信号を出力する。ドライブ回路25はその切換え制御信号によって駆動コイルへの駆動電流を切換え通電する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ブラシレスモータを構成する複数相の各駆動コイルに誘起する逆起電力の位相を直接又は間接的に検出する位置検出回路と、

前記駆動コイルへ供給する電源電圧が基準電圧に対して変化したとき、その変化に逆比例した移相信号を出力する逆比例回路と、

前記移相信号に基づき前記検出位相に対して進相又は遅相相対で前記駆動コイルへの駆動電流を切替える切換え制御信号を出力する可変移相回路と、

前記切換え制御信号によって前記駆動コイルへの駆動電流を切換えてドライブするドライブ回路と、
を具備することを特徴とするブラシレスモータの駆動制御回路。

【請求項2】 前記逆比例回路は、前記電源電圧が基準電圧状態にあるとき、予め進相に設定した前記移相信号を出力するよう形成された請求項1記載のブラシレスモータの駆動制御回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はブラシレスモータの駆動制御回路に係り、特に電源電圧が変動してもモータ特性を安定させることの容易な駆動制御回路の改良に関する。

【0002】

【従来の技術】ブラシレスモータは、図示はしないが、例えば軸受を支持した軸受ハウジングをステータ板上に固定し、軸受ハウジングの外周に設けたステータコアに3相の駆動コイルを分割巻してステータ部を形成し、軸受に軸支させた回転軸にカップ状のロータ板を固定し、このロータ板の側壁内側にリング状の多極ロータマグネットを固定し、ステータコアの先端と僅かな間隔で対面させてロータ部を形成するのが一般的である。

【0003】このようなブラシレスモータの駆動回路としては、概略的には図8に示すように、モータ1のロータ部近傍に配置したセンサ3を位置検出回路5に接続してロータマグネットの位置を検出し、この位置検出信号に基づきドライブ回路7では電源（図示せず。）からモータ1へ印加する駆動電流を切換え通電する構成となっていた。

【0004】すなわち、モータ1において、位置検出回路5からの位置検出信号に基づきドライブ回路7で、図9に示すように、各々120°ずつ位相をずらせたタイミングで、図10のようにY結線したU相、V相およびW相の3相駆動コイル9a、9b、9cに対して駆動電流を切換え通電（整流）し、ロータ部を回転制御していた。

【0005】そして、このようなブラシレスモータでは、定格の電源電圧をモータ1に印加した場合、回転数とトルクの関係が図11Aのようになっていた。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、一般的なブラシレスモータでは、モータ1に印加する電源電圧が低下して減電圧状態になると、それに比例して図11Bのようにトルクおよび回転速度が低下する特性となるので、実際の製品化に当り、使用環境下の印加電源電圧が定格電圧よりも多少低下しても、所定のモータ特性を満足するよう例えば無負荷回転速度を多少高めに設定する設計が行われている。すなわち、トルク定数を低下させて設計が行われていた。

【0007】そのため、何等かの原因によって実際に使用する印加電源電圧が高くなって過電圧状態になった場合、モータ1自体には図11Cのように高めの電源電圧が印加された状態となって最適化されずにオーバースペックとなり、トルク定数の低下による電流増加と合わせて、発熱が増加する等の動作障害の原因となる心配がある。

【0008】実際のモータを使用する場合、安定化電源装置を使用していても誤差が生じたり、電源電池を使用しても消耗によって電源電圧が低下する事態も予想され、電源電圧の変動に対する対策が望まれていた。

【0009】本発明はそのような従来の課題を解決するためになされたもので、モータを駆動する電源電圧が低下しても安定したモータ特性が得られるとともに、電源電圧が上昇しても発熱等の発生を抑えて同様に安定したモータ特性が得られる駆動制御回路の提供を目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】そのような課題を解決するために本発明は、ブラシレスモータを構成する複数相の各駆動コイルに誘起する逆起電力の位相を直接的又は間接的に検出する位置検出回路と、それら駆動コイルへ供給する電源電圧が基準電圧に対して変化したときその変化に逆比例した移相信号を出力する逆比例回路と、その移相信号に基づき上記検出位相に対して各駆動コイルへの切換えを進相又は遅相相対で切換え制御信号を出力する可変移相回路と、その切換え制御信号によってそれら駆動コイルへの駆動電流を切換えてドライブするドライブ回路とを具備している。

【0011】そして、本発明では、電源電圧が基準電圧状態にあるとき、予め進相に設定したその移相信号を出力するよう上記逆比例回路を形成することが可能である。

【0012】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。図1は本発明に係るブラシレスモータの駆動制御回路の実施の形態を示すブロック図である。

【0013】図1において、ブラシレスモータ11（図では単にモータと略す。）は、図示はしないが従来例と

同様な構成を有しており、例えば、軸受を支持した軸受ハウジングがステータ板に固定され、軸受ハウジングの外周に設けたステータコアに例えば3相の駆動コイルが分割して巻かれてステータ部を形成し、その軸受に軸支させた回転軸にカップ状のロータ板が固定され、このロータ板の側壁内側にリング板状の多極ロータマグネットが固定されてロータ部を形成するとともに、そのステータコアの先端と僅かな間隔でロータマグネットを対面させた構成を有しているが、これに限定されない。

【0014】ブラシレスモータ11を形成する駆動コイルは、図2に示すように、例えばU相、V相およびW相の駆動コイル13a、13b、13cをY結線して形成されている。

【0015】ブラシレスモータ11に配置されたセンサ15は、この回転駆動時にロータマグネットのN極とS極の着磁状態レベルを検出するものであり、位置検出回路17に接続されている。

【0016】位置検出回路17は、センサ15から得られたN極とS極の着磁状態レベルから、各相の駆動コイル13a、13b、13cに誘起される逆起電力レベルを間接的に検出するものであり、可変移相回路19に接続されている。

【0017】もちろん、位置検出回路17は逆起電力レベルを直接的に検出するよう形成可能である。

【0018】図3は、U相、V相およびW相の駆動コイル13a、13b、13cに誘起される逆起電力波形を示すものである。

【0019】図1中の電源21は、商用電源から適当な電圧に低圧変換して直流化した直流電源やバッテリーその他公知のものであり、モータ11を回転駆動する他、本発明の回路その他を動作させるものである。

【0020】逆比例回路23は、電源21から出力される電源電圧、特にモータ11の駆動コイル13a、13b、13cへ印加される電源電圧レベルを検出するとともに、所定の基準電圧例えば予め設定した定格電圧とその電源電圧レベルとを比較してその差に逆比例した移相信号を出力するものであり、可変移相回路19に接続されている。なお、基準電圧は若干の幅をもたせて設定することが好ましい。

【0021】逆比例回路23は、例えば、電源21から駆動コイル13a、13b、13cへ印加される電源電圧レベルが所定の定格電圧より低下したとき、その低下レベルに逆比例して基準移相電圧より大きなレベル信号を移相信号として出力し、電源電圧レベルがその定格電圧より上昇したとき、その上昇レベルに逆比例して基準移相電圧より小さなレベル信号を移相信号として出力する機能を有している。

【0022】可変移相回路19は、図4に示すように、上述した駆動コイル13a、13b、13cへ印加されるU相、V相およびW相の駆動電流を位相120°ずら

せたタイミングで転流させる切換え制御信号を出力するものであり、ドライブ回路25に接続されている。

【0023】さらに、可変移相回路19は、定格動作時の切換え制御信号の出力タイミング（整流角）に対し、逆比例回路23からの移相信号レベルが高ければ、そのレベルに応じて切換え制御信号の位相を進め（進角させ）、移相信号レベルが低ければ、そのレベルに応じて切換え制御信号の位相を遅らせてドライブ回路25へ出力する電圧可変移相機能を有している。

【0024】すなわち、可変移相回路19は、図3に示すように、各相の逆起電力が重なる（等しい）レベルとなる位置Pに対して、移相信号の電圧レベルに基づき整流角を進相又は遅相させる切換え制御信号をドライブ回路25へ出力するものである。

【0025】なお、この切換え制御信号の進相又は遅相とトルクや回転速度との関係は後述する。

【0026】ドライブ回路25は、例えば図2に示すように、コレクタを電源21のプラス側に接続したトランジスタQ1、Q3、Q5について、これらのエミッタを各々トランジスタQ2、Q4、Q6のコレクタに接続し、トランジスタQ2、Q4、Q6のエミッタを電源21のマイナス側に接続し、トランジスタQ1とQ2の接続点をU相の駆動コイル13aの巻き始めに、トランジスタQ3とQ4の接続点をV相の駆動コイル13bの巻き始めに、トランジスタQ5とQ6の接続点をW相の駆動コイル13cの巻き始めに接続して形成されている。

【0027】そして、ドライブ回路25は、可変移相回路19からのU相、V相およびW相に対応した切換え制御信号によってトランジスタQ1～Q6を選択的にオンオフ制御し、電源21からの駆動電流を駆動コイル13a～13cへ切換え通電する機能を有している。

【0028】次に、本発明に係るブラシレスモータの駆動制御回路の動作を簡単に説明する。

【0029】モータ11が回転している場合、U相、V相およびW相の駆動コイル13a～13cに誘起される逆起電力を、センサ15および位置検出回路17によって検出する。

【0030】位置検出回路17は、図3のようにそれぞれU相、V相およびW相の逆起電力を検出し、その位置タイミングを可変移相回路19へ出力する。

【0031】逆比例回路23は、電源21からモータ11の駆動コイル13a～13cへ印加される電源電圧レベルが例えば定格電圧で安定しているとき、所定の基準移相信号を出力する。

【0032】可変移相回路19は、図3および図4に示すように、U相、V相、W相の逆起電力が重なるレベルとなる位置Pに合わせ、かつ位相を120°ずらせたタイミングの切換え制御信号をドライブ回路25へ出力する。

【0033】そのため、ドライブ回路25は、トランジ

スタQ1〜Q6を選択的にオンオフ制御し、図5に示すような駆動電流を駆動コイル13a〜13cへ120°ずつの位相期間で切換え通電する。

【0034】次に、何等かの原因で電源21からの電源電圧が定格電圧よりも低下した場合を説明する。

【0035】電源21からの電源電圧が低下すると、逆比例回路23はそれに逆比例したレベルの移相信号を可変移相回路19へ出力する。

【0036】可変移相回路19は、U相、V相、W相の逆起電力の重なる位置Pから移相信号レベルに応じて位相を進めたタイミングP1の切換え制御信号をドライブ回路25へ出力する。

【0037】そのため、ドライブ回路25は、位相を進めた切換え制御信号でトランジスタQ1〜Q6を選択的にオンオフ制御し、電源21からの駆動電流を駆動コイル13a〜13cへ定格時の転流点Pより進めたタイミングP1から120°ずつの位相期間で切換え通電することになる。

【0038】逆に、電源21からの電源電圧が定格電圧よりも上昇すると、逆比例回路23からはそれに逆比例したレベルの移相信号が可変移相回路19へ出力され、可変移相回路19からはその移相信号レベルに応じて位相を遅らせたタイミングP2の切換え制御信号がドライブ回路25へ出力され、電源21から駆動コイル13a〜13cへ供給される駆動電流が定格時の転流点Pより遅れたタイミングP2から120°ずつの位相で切換え通電される。

【0039】一般に、ブラシレスモータ11において、例えば電源21からU相の駆動コイル13aに駆動電流Iaが流れる場合、駆動コイル13aにおける逆起電力Eおよび抵抗分Raを等価回路で示せば、図6のようになるとともに次の式が成立する。

$$\text{逆起電力 } E = K\phi n$$

【0040】ここで、符号Kはモータ定数、符号 ϕ は磁束数、符号nは回転速度であり、駆動電流Iaの位相が変化する場合は、次式で表せる。

$$\text{逆起電力 } E = K\phi \cos \theta n$$

符号 θ は、整流角であり、P点では「0」である。

【0041】他方、電源21の電圧Vは次の式で表せる。

$$\begin{aligned} \text{電源電圧 } V &= E + Ra \cdot i_a \\ &= K\phi \cos \theta n + Ra \cdot i_a \end{aligned}$$

【0042】これを展開して回転速度を求めると、次のようになる。

$$\text{回転速度 } n = (V - Ra \cdot i_a) / K\phi \cos \theta$$

【0043】これによれば、電源電圧Vが低下した場合、回転速度nを低下させずに保つには「 $\cos \theta$ 」を小さくすればよく、整流角（駆動電流Iaの転流点）を進めれば良いことが分かる。

【0044】そして、「 $\cos \theta$ 」を変化させて駆動電

流Iaの転流点を進めたり遅らせたりした場合のトルクと回転速度の関係は、図7に示すようになり、駆動電流Iaの転流点を進めた場合、定格時の逆起電力の等しい位置で転流する場合に比べ、その特性の傾きが大きくなってトルクが上昇する一方、駆動電流Iaの転流点を遅らせた場合、その特性の傾きが小さくなってトルクが低下する。

【0045】このように本発明のブラシレスモータの駆動制御回路は、ブラシレスモータ11を形成するU相、V相およびW相の駆動コイル13a、13b、13cに誘起する逆起電力をセンサ15と位置検出回路17で検出し、それら駆動コイル13a、13b、13cへ供給する電源21からの電源電圧が基準電圧に対して低下したときその変化方向に逆比例した移相信号を逆比例回路23から出力し、その移相信号に基づき定格電圧時の位相に対して進相させて駆動コイル13a、13b、13cへ電流印加を切換える切換え制御信号を可変移相回路19から出力し、ドライブ回路25ではその切換え制御信号によって駆動コイル13a、13b、13cへの電流切換えタイミングを進めて切換える構成とした。

【0046】そのため、電源21からの電源電圧が定格電圧より低下しても、駆動コイル13a、13b、13cへの電流切換えタイミングを進めた状態でモータ11が駆動されるから、高回転時のトルクが低下せずに、定格電圧状態と同様な回転制御が得られる。

【0047】また、電源21からの電源電圧が定格電圧よりも高くなった場合には、転流点の位相を定格電圧時より遅らせることにより、無負荷回転速度を低下させて同様に電源の定格電圧の状態と同様な回転制御ができる。このときトルク定数は増加しているため、負荷電流は減少する。

【0048】従って、本発明のブラシレスモータの駆動制御回路を用いれば、ブラシレスモータ11について、予め高めの回転トルクで動作するよう設計する必要はなくなり、万一、印加電源電圧が高くなるとオーバーベックとなり遅く、発熱も増加し難い利点がある。

【0049】上述した実施の形態では説明の都合上、U相、V相およびW相の逆起電力レベルが重なる点、すなわち転流点Pを用いて説明したが、一般のモータには駆動コイルの巻線インダクタンスや電機子反作用などの影響があるので（説明省略）、電源電圧が基準電圧状態にあるとき、定格時の整流角を転流点Pよりも若干進める（図3のP1側）設定をすれば、駆動コイルの巻線インダクタンスや電機子反作用の影響を低減できる。

【0050】この場合、例えば定格電圧時+15度、減電圧時+30度、過電圧時0度となり、定格電圧時に対して減電圧時および過電圧時に位相を進角させたり遅らせる構成に变りはない。

【0051】また、本発明は、上述したように駆動電流の切換え（整流）を急峻又はデジタル的に行う構成以外

に、駆動電流の切換え（整流）を例えば正弦波や台形状すなわちアナログ的に切換える構成も可能である。

【0052】なお、本発明の実施に当っては、電源21からの電源電圧の定格電圧は任意に設定できることはいうまでもない。

【0053】

【発明の効果】以上説明したように本発明に係るブラシレスモータの駆動制御回路は、ブラシレスモータを構成する複数相の各駆動コイルに誘起する逆起電力レベルが重なる位置を位置検出回路で検出し、それら駆動コイルへ供給する電源電圧が基準電圧に対して変化したときその変化方向に逆比例した移相信号を逆比例回路から出力し、その移相信号に基づき上記検出位置に対して進相又は遅相位相で駆動コイルへの電流を切換える切換え制御信号を可変移相回路から出力し、その切換え制御信号によってそれら駆動コイルへの電流切換えタイミングをドライブ回路で切換えドライブするから、ブラシレスモータを駆動する電源電圧が低下しても、安定した回転トルクを維持して安定したモータ特性が得られるとともに、高い電源電圧が印加されても発熱等の発生を抑え、同様に安定したモータ特性が得られる利点がある。そして、電源電圧が基準電圧状態にあるとき、予め進相に設定したその移相信号を出力するよう上記逆比例回路を形成する構成では、上述した効果に加えて、モータを構成する駆動コイルの巻線インダクタンスや電機子反作用などの影響を受け難くすることが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るブラシレスモータの駆動制御回路の実施の形態を示すブロック図である。

【図2】図1中のドライブ回路および駆動コイルを示す

回路図である。

【図3】駆動コイルに誘起する逆起電力の波形を示す波形図である。

【図4】駆動コイルを切換える切換え制御信号を示す波形図である。

【図5】駆動コイルに流れる駆動電流の波形を示す波形図である。

【図6】本発明の駆動制御回路の動作を説明するための回路図である。

【図7】本発明の駆動制御回路によって制御されるブラシレスモータが示す回転速度とトルク特性図である。

【図8】従来の駆動制御回路を示すブロック図である。

【図9】図10の駆動コイルに流れる駆動電流の波形を示す波形図である。

【図10】ブラシレスモータの一般的な駆動コイルを示す回路図である。

【図11】従来の駆動制御回路によって制御されるブラシレスモータが示す回転速度とトルク特性図である。

【符号の説明】

1、11 ブラシレスモータ

3、15 センサ

5、17 位置検出回路

7、25 ドライブ回路

9a、9b、9c、13a、13b、13c 駆動コイル

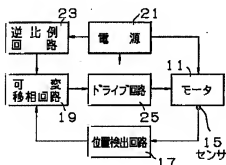
19 可変移相回路

21 電源

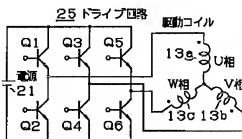
23 逆比例回路

Q1、Q2、Q3、Q4、Q5、Q6 トランジスタ

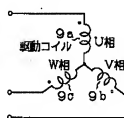
【図1】



【図2】



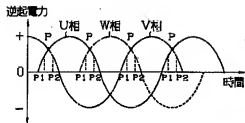
【図10】



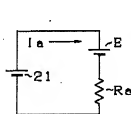
【図4】



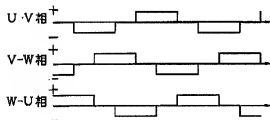
【図3】



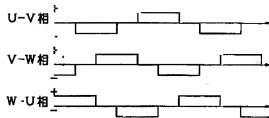
【図6】



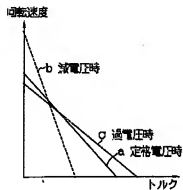
【図9】



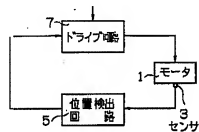
【図5】



【図7】



【図8】



【図11】

